

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
20. Februar 2003 (20.02.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 03/013732 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **B03C 3/28**

(21) Internationales Aktenzeichen: **PCT/DE02/02705**

(22) Internationales Anmeldedatum:  
23. Juli 2002 (23.07.2002)

(25) Einreichungssprache: **Deutsch**

(26) Veröffentlichungssprache: **Deutsch**

(30) Angaben zur Priorität:  
101 37 161.6 30. Juli 2001 (30.07.2001) **DE**

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **HELSA-WERKE HELMUT SANDLER GMBH & CO. KG** [DE/DE]; Bayreuther Strasse 3-11, 95482 Gefrees (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **CZADO, Wolfgang** [DE/DE]; Am Lennerlein 3, 95482 Gefrees (DE).

(74) Anwalt: **WALCHER, Armin**; Louis, Pöhlau, Lohrentz & Segeth, Postfach 30 55, 90014 Nürnberg (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

WO 03/013732 A1

(54) Title: **FILTER ELEMENT**

(54) Bezeichnung: **FILTERELEMENT**

(57) Abstract: The invention relates to a filter element having at least one support layer or a carrier layer which is coated with fibers produced according to an electrostatic spinning method. Said fibers have a diameter of less than 1  $\mu$ M b. The invention also relates to the use of said filter element.

(57) Zusammenfassung: Gegenstand der Erfindung ist ein Filterelement mit wenigstens einer Trägerschicht oder einer Trägerlage, die mit in einem elektrostatischen Spinnverfahren hergestellten Fasern beschichtet ist, wobei diese Fasern einen Durchmesser im Bereich von weniger als 1  $\mu$ M besitzen. Eine Verwendung eines derartigen Filterelements wird ebenfalls angegeben.

5

## Filterelement

10

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Filterelement, wie es insbesondere als Partikelfilter oder als Partikelfilterschicht in einem aus wenigstens einer aus Adsorptionschicht und wenigstens einer Partikelfilterschicht zusammengesetzten  
15 Kombinationsfilter bekannt ist.

Partikelfilter werden z.B. als Raumlufffilter, insbesondere aber auch als Kabinenlufffilter im Kraftfahrzeugbereich verwendet. Bei der Verwendung in einem Kombinationsfilter sind die wenigstens eine Partikelfilterschicht und die wenigstens  
20 eine Adsorptionsschicht in Strömungsrichtung der Luft hintereinander angeordnet und im allgemeinen plissiert, d.h. zick-zack-förmig gefaltet, um bei möglichst geringer Baugröße eine vergleichsweise große Anströmfläche zu bieten.

Obwohl im Stand der Technik eine Vielzahl von entsprechenden Filterelementen  
25 und Kombinationsfiltern beschrieben sind, zeigen die insbesondere bei der Verwendung im Kraftfahrzeugbereich damit in Verbindung stehenden Probleme, die im wesentlichen Fragen der Baugröße und des Druckabfalls am Filter in Verbindung mit der erzielbaren Filterleistung betreffen, daß immer noch Raum für Verbesserungen verbleibt. Verbesserungen sind auch deshalb gefordert, weil die  
30 Ansprüche der Verbraucher ständig steigen und in Spezialanwendungen gesetzliche Vorschriften zum Gesundheits- oder Arbeitsschutz ständig verschärft werden. Der Fachmann trachtet daher ständig nach einer Verbesserung der Filterleistungen von Filterelementen und Kombinationsfiltern. Als Beispiel für Partikelfiltermedien, wie sie zur Zeit insbesondere im Kraftfahrzeugbereich eingesetzt werden, ist der in der  
35 EP 0 910 454 offenbarte Partikelfilter zu nennen.

Bei solchen Partikelfiltermedien besteht allerdings der Nachteil, daß mit einer Verbesserung der Abscheidungsleistung der Luftwiderstand stark anwächst, wodurch

5 ein Kompromiß zwischen Abscheidungsrate und Luftwiderstand erforderlich ist. D.h. man ist gezwungen eine mäßige Abscheidungsrate in Kauf zu nehmen, um einen akzeptablen Luftwiderstand zu realisieren.

Weitaus schwieriger gestaltet sich dieser Kompromiß bei Kombifiltern, die eine  
10 Adsorptionsschicht aufweisen. Die Adsorptionsschicht führt zu einer starken Erhöhung des Luftwiderstandes, so daß man gezwungen ist bei der Abscheidungsleistung der Partikel Abstriche vorzunehmen. Aus diesem Grund liegen Kombifilter in ihren Abscheidungsleistungen häufig deutlich unter den Abscheidungsleistungen von reinen Staubfiltern. Ein solcher Kombifilter für den  
15 Kraftfahrzeugbereich ist z.B. Gegenstand der DE 39 04 623.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde wenigstens ein weiteres Filterelement bereitzustellen, das zumindest einen Teil der aus dem Stand der Technik bekannten Nachteile vermeidet, ökonomisch herstellbar ist und über  
20 besondere Filterleistungen verfügt, insbesondere über eine vergleichsweise hohe Abscheidungsleistung bei vergleichsweise geringem Luftwiderstand.

Die vorliegende Erfindung wird durch ein Filterelement mit den Merkmalen des beigefügten Anspruchs 1 gelöst. Eine Verwendung eines solchen Filterelements wird  
25 in Anspruch 12 angegeben. Vorteilhafte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung sind Gegenstand der Ansprüche 2 bis 11. Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe wird weiterhin durch ein Verfahren gemäß Anspruch 13 gelöst.

30 Überraschenderweise hat sich gezeigt, daß ein Filterelement mit wenigstens einer Trägerschicht oder einer Trägerlage, die mit in einem elektrostatischen Spinnverfahren hergestellten Fasern mit einem Durchmesser im Bereich von 0,1 µm bis 20 µm beschichtet sind, über besondere Abscheidungsleistungen bei vergleichsweise niedrigem Luftwiderstand verfügen. Zumindest ergibt sich bei den  
35 erfindungsgemäßen Filterelementen im Vergleich zum Stand der Technik ein deutlich verringerter Luftwiderstand bei vergleichbarer Abscheidungsleistung. Es ist weiter bevorzugt, wenn diese Fasern einen Durchmesser im Bereich von 0,1 bis 5 µm und

- 5 am stärksten bevorzugt einen Durchmesser im Bereich von 0,1  $\mu\text{m}$  bis 2  $\mu\text{m}$  aufweisen, was sich insbesondere günstig auf den Luftwiderstand auswirkt.

Diese vorteilhaften Eigenschaften ergeben sich alleine aufgrund der in einem elektrostatischen Spinnverfahren hergestellten Fasern. Die Trägerschicht ist  
10 bevorzugt allgemein aus einem Spinnvlies oder einer Adsorberschicht gebildet. Derartige Spinnvliese und Adsorberschichten werden bereits im Filterbereich eingesetzt und stehen daher im Rahmen der vorliegenden Erfindung zur Verfügung. Hierbei sind vorteilhafterweise keine Veränderungen oder Anpassungen für die Beschichtung mit den in einem elektrostatischen Spinnverfahren hergestellten  
15 Fasern erforderlich.

Grundsätzlich kann jedoch jedes Material oder Substrat als Trägerschicht oder Trägerlage verwendet werden, solange es aufgrund seiner Beschaffenheit zum Einsatz in einem Filterelement geeignet ist. Als Material für die wenigstens eine  
20 Trägerschicht oder Trägerlage werden daher bevorzugt Spunbond-Materialien aus Polypropylen oder Polyester verwendet aber auch solche aus Polyamid oder anderen gebräuchlichen Fasern. Darüberhinaus eignen sich aber auch Schaumstoffe, Nadelvliese, Glas- oder Steinwolle als Trägermaterialien.

- 25 Wie bereits erwähnt wird die wenigstens eine Trägerschicht oder Trägerlage in einer besonders bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung von einer Adsorberschicht gebildet. Die in einem elektrostatischen Spinnverfahren hergestellten Fasern werden während oder unmittelbar nach ihrer Herstellung auf einer Adsorberschicht unter Vliesbildung abgelegt. Dies führt zu einer  
30 Gewichtsersparnis, da ein so gebildeter Kombifilter ohne das sonst übliche Trägermaterial auskommt.

Unabhängig von seiner Art besteht die wenigstens eine Trägerschicht oder Trägerlage bevorzugt aus einem luftdurchlässigen Material mit einem  
35 Flächengewicht zwischen 10 und 500  $\text{g/m}^2$ , besonders bevorzugt zwischen 15 und 150  $\text{g/m}^2$ , wobei bspw. bei einer Trägerschicht oder einer Trägerlage aus einer Adsorberschicht höhere Flächengewichte vertretbar sind als bei Trägerschichten aus einem Vlies, einer Netz- oder Gitterstruktur und dergl..

5

Eine besonders vorteilhafte Filterwirkung läßt sich mit dem erfindungsgemäßen Filterelement erzielen, wenn die Beschichtung aus dem in einem elektrostatischen Spinnverfahren hergestellten Fasern einen Gradienten in der Beschichtungsdichte aufweist, wobei die Fasermenge von der Anströmseite zu Abströmseite zunimmt, so  
10 daß ein Filterelement mit einer in der angegebenen Strömungsrichtung progressiven Faserdichte vorliegt. Aufgrund der günstigen Filtereigenschaften ist diese Ausführungsform der vorliegenden Erfindung besonders bevorzugt.

Die Filtercharakteristika des erfindungsgemäßen Filterelements lassen sich  
15 vorzugsweise dadurch weiter variieren oder verbessern, daß die wenigstens eine Trägerschicht oder Trägerlage beidseitig beschichtet ist. Hierbei ist es insbesondere möglich eine bipolare Beschichtung vorzunehmen. Hierbei werden die beiden Seiten der wenigstens einen Trägerschicht oder Trägerlage mit Fasern mit unterschiedlicher bzw. entgegengesetzter elektrischer Aufladung beschichtet.

20

Gemäss einer bevorzugten Ausführungsform eines Filterelementes weisen die Fasern auf den sich gegenüberliegenden Seiten der Trägerschicht oder Trägerlage eine entgegengesetzte elektrische Aufladung auf. Das heißt, die Fasern auf der Oberseite des Trägermaterials weisen eine entgegengesetzte Aufladung zu den  
25 Fasern auf der Unterseite des Trägermaterials auf.

Ein besonderer Vorzug des erfindungsgemäßen Verfahrens ist dabei, daß das elektrostatische Spinnverfahren das Einbringen von Ladungsträgern oder Ladungsstabilisatoren in die Fasern auf einfache Weise ermöglicht, wobei es  
30 insbesondere möglich ist Fasern zu schaffen, die ihre elektrostatische Aufladung dauerhaft oder zumindest über einen ausgedehnten Zeitraum beibehalten und nicht kurze Zeit nach der Aufladung verlieren. Dies ist z.B. dadurch möglich, daß man einer zur Herstellung des erfindungsgemäßen Filterelements verwendeten Polymerlösung oder Polymerschmelze vor dem Verspinnen in einem  
35 elektrostatischen Spinnverfahren eine oder mehrere oxidierbare Substanzen oder Substanzen mit einem  $\pi$ -Elektronensystem zusetzt, wie z.B. Substanzen aus der Gruppe der organischen Farbstoffe, deren Vorstufen oder Derivate, der Charge-Transfer-Komplexe, der Metallocene und der Phthalocyanine sowie der optischen



5    Aufheller, wobei diese Substanzen insbesondere über wenigstens eine funktionelle Gruppe mit ladungsstabilisierenden Eigenschaften verfügt, insbesondere Amino-, Amido-, Imino-, Azo-, Nitro-, Carboxy-, Hydroxy-, Thio-, Sulfo- oder Halogenogruppen. Die Wirkung der vorstehenden Substanzen läßt sich dabei insbesondere dadurch steigern, daß das Verspinnen aus einer Lösung erfolgt und als  
10    Lösungsmittel insbesondere Butanol, Butanon, Acetonitril, Dimethylsulfoxid, Wasser, Dimethylformamid, Formamid, n-Methylformamid, Dichlormethan, Essigester, Aceton, Ethanol oder Ethylenglycol verwendet werden.

Erfindungsgemäß ist es weiterhin möglich, das bisher beschriebene Filterelement  
15    zusätzlich mit Adsorbens zu versehen, wobei nach Herstellung der Fasern der Beschichtung in einem elektrostatischen Spinnverfahren bzw. des Filterelements Adsorberpartikel auf das Filterelement aufgebracht oder in die auf die wenigstens eine Trägerschicht oder Trägerlage aufgebrachte Faserschicht eingebracht werden. Die Fixierung der Adsorberpartikel folgt dann auf eine dem Fachmann geläufige  
20    Weise, insbesondere z.B. durch Einsatz von Bindemitteln oder durch Kalandrieren.

Das erfindungsgemäße Filterelement wird gewöhnlicherweise so hergestellt, daß die wenigstens eine Trägerschicht oder Trägerlage an wenigstens einer Absprühelektrode einer Vorrichtung zum elektrostatischen Verspinnen von  
25    Polymerlösungen oder Polymerschmelzen vorbeigeführt wird. Hierbei verläuft die wenigstens eine Trägerschicht oder Trägerlage bspw. zwischen einer Absprühelektrode und einer entsprechenden Gegenelektrode durch das zwischen diesen Elektroden ausgebildete elektrische Feld und wird direkt mit den absprühenden Fasern beschichtet.

30    Es auch möglich, zwei Absprühelektroden als Gegenelektroden auszubilden, so daß eine beidseitige Beschichtung der wenigstens einen Trägerschicht oder Trägerlage mit Fasern unterschiedlicher Polarität erfolgt. Hierdurch wird eine bipolare Beschichtung der wenigstens einen Trägerschicht erhalten.

35    Darüberhinaus ist es möglich die wenigstens eine Trägerschicht unterhalb des Bereichs zwischen den Absprühelektroden oder zwischen der Absprühelektrode und

5 der Gegenelektrode hindurchzuführen und die entstehenden Fasern auf dieser Trägerschicht abzulegen.

Dem Fachmann sind die genauen Ausgestaltungen des eingesetzten elektrostatischen Spinnverfahren geläufig und auch die Fixierung der so  
10 hergestellten Fasern auf der wenigstens einen Trägerschicht oder Trägerlage, wobei es aber bevorzugt ist, wenn die in dem elektrostatischen Spinnverfahren hergestellten Fasern in einem Zustand auf die wenigstens eine Trägerschicht treffen, in dem wenn sie eine gewisse Klebrigkeit besitzen, d.h. in einem Zustand, in dem sie noch Lösungsmittel enthalten und/oder noch nicht vollständig abgekühlt sind.  
15 Hierdurch ist ein weiterer Aufwand zur Fixierung mit Hilfe von Bindemitteln oder thermisch überflüssig, obwohl diese Möglichkeiten grundsätzlich auch bestehen.

Zur Herstellung des erfindungsgemäßen Filterelements sind grundsätzlich alle in einem elektrostatischen Spinnverfahren verspinnbaren Polymere geeignet. Als  
20 wasserlösliche Polymere sind z.B. Polyvinylalkohol, Polyvinylpyrrolidin, Polyethylenoxid und dessen Copolymere, Cellulosederivate, Stärke sowie Mischungen dieser Polymere zu nennen. Als in organischen Lösungsmittel lösliche Polymere sind z.B. Polystyrol, Polycarbonat, Polyvinylchlorid, Polyacrylat, Polymethacrylat, Polyvinylacetat, Polyvinylacetal, Polyvinylether, Polyurethan,  
25 Polyamid, Polysulfon, Polyethersulfon, Polyacrylnitril, Cellulosederivate sowie Mischungen dieser Polymere anzuführen. Als besonders geeignete Thermoplaste, kommen bspw. Polyolefine, Polyester, Polyoxymethylen, Polychlortrifluorethylen, Polyphenylensulfid, Polyaryletherketon, Polyvinylidenfluorid sowie Mischungen dieser Polymere in Frage.

30 Die vorliegende Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen und Vergleichsbeispielen näher erläutert, wobei die Erfindung nicht auf diese Ausführungsbeispiele beschränkt werden soll.

#### 35 Vergleichsbeispiel 1

Ein Filter mit einer Größe von 298 x 204 x 30 mm (L, B, H), mit einer Anströmfläche von 0,058 m<sup>2</sup> besitzt eine Filtermedienfläche von 0,38 m<sup>2</sup> und setzt sich aus 33

- 5 Falten mit einer Höhe von 28,5 mm und einem Faltenabstand von 9 mm zusammen. Dieses Filtermedium besteht aus einem polymeren Trägergewebe, vorzugsweise Polypropylen oder Polyester, auf dem ein Adsorbens wie z.B. Aktivkohle aufgebracht ist. Diese Adsorptionsschicht wird von einem Partikelfiltermaterial bedeckt, das ein Polypropylen-Spinnvlies mit einem Flächengewicht von 60 g/m<sup>2</sup> ist und
- 10 elektrostatisch aufgeladen ist. Die damit erreichbare Abscheidungsrate liegt bei ca. 20 bis 30 % für die 0,3 - 0,5 µm Fraktion von NaCl als Meßaerosol. Gemessen wurde dabei bei einem Volumenstrom von 300 m<sup>3</sup> pro Stunde und einem Druckverlust an dem Filter von 66 Pa bei 23 °C. Die Abscheideleistungen sind in Tabelle 1 im einzelnen angegeben.

15

### Beispiel 1

- Das Partikelfiltermedium aus dem Vergleichsbeispiel 1 wird zusätzlich mit Nanofasern bipolar beschichtet. Das Beschichtungsgewicht beträgt 0,1 bis 2 g/m<sup>2</sup>.
- 20 Hierdurch läßt sich die Abscheidungsrate auf 50 bis 60 % steigern, wobei der Druckverlust nur um 2 Pa zunimmt. Einzelheiten zu den Abscheidungsleistungen sind in Tabelle 1 angegeben.

### Beispiel 2

- 25 Das Partikelfiltermedium aus Vergleichsbeispiel 1 wurde durch ein mit Nanofasern bipolar beschichtetes Spinnvlies ersetzt. Das Beschichtungsgewicht beträgt dabei 0,1 bis 2 g/m<sup>2</sup> und das Polypropylen-Trägermaterial besitzt ein Gewicht von 15 g/m<sup>2</sup>.

- Unter den gleichen Bedingungen wie in Vergleichsbeispiel 1 erhebt sich eine
- 30 Abscheidungsrate von 30 bis 40 % für die 0,3 –0,5 µm Fraktion von NaCl als Meßaerosol. Wichtiger ist jedoch die Abnahme des Druckverlusts am Filter von 68 Pa auf 38 Pa, was zeigt, daß das erfindungsgemäße Filterpartikelmedium einen erheblich niedrigeren Luftwiderstand zeigt. Einzelheiten zur Abscheidungsleistung sind in der Tabelle 1 aufgeführt.



5

### Vergleichsbeispiel 2

Ein Filter mit einer Größe von 412 x 146 x 25 mm (L, B, H) besitzt eine Anströmfläche von 0,06 m<sup>2</sup>. Die Filtermedienfläche beträgt 0,47 m<sup>2</sup> und setzt sich aus  
10 69 Falten mit einer Höhe von 23,5 mm und einem Faltenabstand von 6 mm zusammen. Das Filtermedium besteht aus einem elektrostatisch aufgeladenen Polypropylen-Spinnvlies mit einem Flächengewicht von 140 g/m<sup>2</sup>. Die mit diesem Filter erreichbare Abscheidungsrate liegt bei etwa 35 bis 45 % für die 0,3 – 0,5 µm  
15 300 µm pro Stunde und einer Medienfläche von 0,47 m<sup>2</sup>, wobei ein Druckverlust am Filter von 50 Pa bei 23 °C zu verzeichnen war.

### Beispiel 3

20 Das Partikelfiltermedium aus Vergleichsbeispiel 2 wird durch ein mit Nanofasern bipolar beschichtetes Polypropylen-Spinnvlies ersetzt. Das Beschichtungsgewicht beträgt dabei 0,1 bis 2 g/m<sup>2</sup> und das Polypropylen-Spinnvlies weist ein Flächengewicht von 130 g/m<sup>2</sup> auf. Die Abscheidungsrate läßt sich auf 50 bis 70 % für die 0,3 bis 0,5 µm Fraktion von NaCl als Meßaerosol steigern, wobei der  
25 Druckverlust von 54 Pa auf 52 Pa abnimmt. Einzelheiten zur Abscheidungsrate sind in der Tabelle 1 angeführt.

### Beispiel 4

Das Partikelfiltermedium aus Vergleichsbeispiel 2 wird durch ein mit Nanofasern  
30 bipolar beschichtetes Polypropylen-Spinnvlies ersetzt, wobei die Beschichtungsmenge 0,1 bis 2 g/m<sup>2</sup> beträgt und das Spinnvlies ein Flächengewicht von 60 g/m<sup>2</sup> aufweist. Die Abscheidungsrate beträgt unter den Meßbedingungen wie in Vergleichsbeispiel 2 35 bis 55 % für die 0,3 – 0,5 µm Fraktion von NaCl als Meßaerosol. Gleichzeitig verringert sich der Druckverlust am Filter von 54 Pa auf 22  
35 Pa gegenüber dem Vergleichbeispiel 2.

Tabelle 1

Fraktionsabscheidegrad (Partikelgröße in  $\mu\text{m}$ ) von NaCl und AC-Grob als Meßaerosol

Filter aus	Druckabfall bei 300 $\text{m}^3/\text{Std.}$  [Pa]	Abscheideleistung bei 300 $\text{m}^3$ /Std.					
		NaCl [%]		AC-Grob [%]			
		0,3 – 0,5 $\mu\text{m}$	0,5 - 1 $\mu\text{m}$	0,3 - 0,5 $\mu\text{m}$	0,5 - 1 $\mu\text{m}$	1-3 $\mu\text{m}$	3-5 $\mu\text{m}$
Vgl.Bsp. 1	66	25	32	72	73	75	85
Bsp. 1	68	53	60	94	96	97	99
Bsp. 2	37	31	36	82	83	85	93
Vgl. Bsp. 2	54	40	44	90	91	94	97
Bsp. 3	52	60	65	96	96	98	99
Bsp. 4	22	36	40	86	88	89	91

Vgl. Bsp = Vergleichsbeispiel

BSP = Beispiel

5

10

**Patentansprüche**

1. Filterelement mit wenigstens einer Trägerschicht oder einer Trägerlage,  
die mit in einem elektrostatischen Spinnverfahren hergestellten Fasern  
beschichtet ist,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß diese Fasern einen Durchmesser im Bereich von 0,1 µm bis 20 µm  
besitzen und daß die beiden Seiten der wenigstens einen Trägerschicht  
oder Trägerlage mit Fasern mit unterschiedlicher oder entgegengesetzter  
Aufladung beschichtet sind.
2. Filterelement gemäß Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die wenigstens eine Trägerschicht aus einem Spinnvlies oder einer  
Adsorberschicht gebildet ist.
3. Filterelement gemäß einem der Ansprüche 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die aus einem Spinnvlies oder aus Schaumstoff, einem Nadelvlies,  
Glas- oder Steinwolle gebildete Trägerschicht ein Flächengewicht von 10  
bis 500 g/m<sup>2</sup> aufweist, insbesondere ein Flächengewicht von 15 bis 150  
g/m<sup>2</sup>.
4. Filterelement gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Beschichtung aus den in einem elektrostatischen Spinnverfahren  
hergestellten Fasern einen Gradienten in der Beschichtungsdichte

- 5 aufweist, wobei die Fasermenge von der Anströmseite zur Abströmseite zunimmt.
5. Filterelement gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
10 daß in den hergestellten Fasern Ladungsträger oder Ladungsstabilisatoren enthalten sind.
6. Filterelement gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
15 daß die wenigstens eine Trägerlage oder Trägerschicht beidseitig mit einer bipolaren Beschichtung versehen ist.
7. Filterelement gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
20 daß die elektrostatische Aufladung der Fasern dauerhaft ist.
8. Filterelement gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
25 daß die Beschichtung aus in einem elektrostatischen Spinnverfahren hergestellten Fasern mit einem Adsorbens versehen ist.
9. Filterelement gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
30 daß die in einem elektrostatischen Spinnverfahren hergestellten Fasern einen Durchmesser im Bereich von 0,1 µm bis 5 µm besitzen, insbesondere von 0,1 bis 2 µm.
10. Filterelement gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
35 daß einer zur Herstellung der Fasern in dem elektrostatischen Spinnverfahren verwendeten Polymerlösung oder Polymerschmelze eine oder mehrere oxidierbare Substanzen oder Substanzen mit einem  $\pi$ -Elektronensystem, vorzugsweise Substanzen aus der Gruppe der

- 5 organischen Farbstoffe, deren Vorstufen oder Derivate, der Charge-  
Transfer-Komplexe, der Metallocene und der Phthalocyanine sowie der  
optischen Aufheller, wobei diese Substanzen über wenigstens eine  
funktionelle Gruppe mit ladungsstabilisierenden Eigenschaften verfügt,  
vorzugsweise Amino-, Amido-, Imino-, Azo-, Nitro-, Carboxy-, Hydroxy-,  
10 Thio-, Sulfo- oder Halogenogruppen, vor dem Verspinnen zugesetzt wird,  
bzw. werden.
11. Filterelement gemäß Anspruch 10,  
dadurch gekennzeichnet,  
15 daß das Verspinnen aus einer Lösung erfolgt und als Lösungsmittel  
Butanol, Butanon, Acetonitril, Dimethylsulfoxid, Wasser,  
Dimethylformamid, Formamid, n-Methylformamid, Dichlormethan,  
Essigester, Aceton, Ethanol oder Ethylenglycol verwendet wird.
- 20 12. Verwendung eines Filterelements gemäß einem der vorhergehenden  
Ansprüche, in Kombination mit wenigstens einer weiteren Adsorber- oder  
Partikelschicht, insbesondere als Kabinenluftfilter.
13. Verfahren zur Herstellung eines Filterelementes gemäß einem der  
25 Ansprüche 1 bis 11,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß eine Trägerschicht oder Trägerlage zur beidseitigen Beschichtung mit  
Fasern unterschiedlicher oder entgegengesetzter Aufladung in dem  
zwischen zwei als Gegenelektroden ausgebildeten Absprühelektroden  
30 gebildeten Bereich oder unterhalb davon durchgeführt wird.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

In International Application No

PCT/DE 02/02705

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 B03C3/28

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B03C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 39 04 623 A (SANDLER HELMUT HELSA WERKE) 23 August 1990 (1990-08-23) cited in the application ---	
A	GB 2 329 598 A (RACAL HEALTH & SAFETY LTD ;MINNESOTA MINING & MFG (US)) 31 March 1999 (1999-03-31) ---	
A	US 4 886 527 A (FOETTINGER WALTER ET AL) 12 December 1989 (1989-12-12) ---	
A	US 4 143 196 A (GOSLING CLAUS ET AL) 6 March 1979 (1979-03-06) ---	
A	EP 0 601 278 A (FREUDENBERG CARL FA) 15 June 1994 (1994-06-15) -----	

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

30 September 2002

Date of mailing of the international search report

08/10/2002

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Polesak, H



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
...information on patent family members

Int. Patent Application No  
**PCT/DE 02/02705**

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 3904623	A	23-08-1990	DE 3904623 A1	23-08-1990
			DE 59000667 D1	11-02-1993
			EP 0383236 A1	22-08-1990
<hr/>				
GB 2329598	A	31-03-1999	NONE	
<hr/>				
US 4886527	A	12-12-1989	DE 3731575 A1	30-03-1989
			EP 0312687 A2	26-04-1989
			JP 1107820 A	25-04-1989
			JP 3069565 B	01-11-1991
			NO 882394 A	20-03-1989
			PT 88525 A	31-07-1989
<hr/>				
US 4143196	A	06-03-1979	DE 2032072 A1	05-01-1972
			CA 937827 A1	04-12-1973
			CH 537205 A	31-05-1973
			FR 2100056 A5	17-03-1972
			GB 1346231 A	06-02-1974
			JP 53028548 B	15-08-1978
			NL 7108974 A , B,	31-12-1971
			US 4069026 A	17-01-1978
<hr/>				
EP 0601278	A	15-06-1994	DE 4241514 A1	16-06-1994
			EP 0601278 A1	15-06-1994
			ES 2108793 T3	01-01-1998
			JP 2635924 B2	30-07-1997
			JP 6220761 A	09-08-1994
			US 5419794 A	30-05-1995
<hr/>				

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

In des Aktenzeichen

PCT/DE 02/02705

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 B03C3/28

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 B03C

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 39 04 623 A (SANDLER HELMUT HELSA WERKE) 23. August 1990 (1990-08-23) in der Anmeldung erwähnt ---	
A	GB 2 329 598 A (RACAL HEALTH & SAFETY LTD ;MINNESOTA MINING & MFG (US)) 31. März 1999 (1999-03-31) ---	
A	US 4 886 527 A (FOETTINGER WALTER ET AL) 12. Dezember 1989 (1989-12-12) ---	
A	US 4 143 196 A (GOSLING CLAUS ET AL) 6. März 1979 (1979-03-06) ---	
A	EP 0 601 278 A (FREUDENBERG CARL FA) 15. Juni 1994 (1994-06-15) -----	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

30. September 2002

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

08/10/2002

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Polesak, H

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

In des Aktenzeichen

PCT/DE 02/02705

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 3904623	A	23-08-1990	DE 3904623 A1	23-08-1990
			DE 59000667 D1	11-02-1993
			EP 0383236 A1	22-08-1990
GB 2329598	A	31-03-1999	KEINE	
US 4886527	A	12-12-1989	DE 3731575 A1	30-03-1989
			EP 0312687 A2	26-04-1989
			JP 1107820 A	25-04-1989
			JP 3069565 B	01-11-1991
			NO 882394 A	20-03-1989
			PT 88525 A	31-07-1989
US 4143196	A	06-03-1979	DE 2032072 A1	05-01-1972
			CA 937827 A1	04-12-1973
			CH 537205 A	31-05-1973
			FR 2100056 A5	17-03-1972
			GB 1346231 A	06-02-1974
			JP 53028548 B	15-08-1978
			NL 7108974 A ,B,	31-12-1971
			US 4069026 A	17-01-1978
EP 0601278	A	15-06-1994	DE 4241514 A1	16-06-1994
			EP 0601278 A1	15-06-1994
			ES 2108793 T3	01-01-1998
			JP 2635924 B2	30-07-1997
			JP 6220761 A	09-08-1994
			US 5419794 A	30-05-1995